

/2 (1/1 WPI) - (C) WPI / DERWENT

AN - 2002-687972 [74]

AP - KR20020016841 20020327

PR - KR20020016841 20020327

TI - Semi-dry scrubber for removing nitrogen oxides

IW - SEMI DRY SCRUB REMOVE NITROGEN

IN - HONG J D; OK S B

PA - (HONG-I) HONG J D

PN - KR2002034114 A 20020508 DW200274 B01D53/56 001pp

ORD - 2002-05-08

IC - B01D53/56

FS - CPI

DC - E36 J01

AB - KR2002034114 NOVELTY - A semi-dry scrubber for removing nitrogen oxides removes nitrogen oxides at greater than 90% efficiency, by the use of simple and automatically operated equipment at relatively low temperatures of less than 150 deg. C. The dry scrubber is lower in investment cost than SCR (selective catalytic reduction) and SNCR (selective non-catalytic reduction).

- DETAILED DESCRIPTION - The system comprises an oxidizing reaction device, a reducing reaction device and a neutralizing reaction device, all of which are of semi-dry scrubber type and kept at 100-900 deg. C by using a burner. In the oxidizing reaction device, nitrogen oxide-containing gases are oxidized to nitrogen dioxide by feeding oxidizing agents, i.e. O<sub>3</sub>, NaClO<sub>3</sub> and NaClO<sub>4</sub> at a lower velocity than that of the duct. In the reducing reaction device, nitrogen dioxides are reduced to nitrogen gas by feeding Na<sub>2</sub>S reducing agent. In the neutralizing device, acidic gas of sulfur oxides and chlorine compound is neutralized by feeding neutralizing agents, i.e. NaOH, CaCO<sub>3</sub>, CaO and Ca(OH)<sub>2</sub>. The neutralizing device includes a dust controller in addition to collect neutralized salt and reduced byproduct.

- (Dwg.0/10)

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7  
B01D 53/56

(11) 공개번호 특2002-0034114  
(43) 공개일자 2002년05월08일

(21) 출원번호 10-2002-0016841  
(22) 출원일자 2002년03월27일

(71) 출원인 홍중두  
경기 안산시 월피동 448 한양아파트 203동 1502호

(72) 발명자 홍중두  
경기 안산시 월피동 448 한양아파트 203동 1502호  
옥삼복  
서울특별시강북구수유3동24-10번지

(74) 대리인 방병철

심사청구 : 있음

(54) 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치 및 방법

요약

본 발명은 화석연료를 사용하거나 왕수 등 질산을 사용하는 산업활동 시설에서 발생되는 대기배출 오염물질인 질소산화물( $\text{NO}_x$ )을 초기 투자비 및 운전비용이 적게 소요되는 산화제 및 환원제를 이용하여 효과적으로 제거하는 장치 및 그 장치를 이용한 제거방법에 관한 것이다.

본 발명은 질소산화물 배출원으로 부터 대기 중으로 배출되는 질소산화물을 산화제와 반응시켜서 이산화질소로 산화시키기 위한 산화반응수단과 상기 산화반응수단에서 발생된 이산화질소를 환원제를 이용하여  $\text{N}_2$ 로 환원시키는 환원반응수단과 상기 환원반응수단에서 발생하는 배출가스 중의 황산화물, 염소화합물의 산가스를 중화시키는 중화반응수단을 포함하는 것이다.

본 발명은 산화, 환원, 중화반응이 순간적인 반응이므로 반응속도가 빠르고 질소산화물의 제거효율이 99% 이상이 될 정도로 우수할 뿐만 아니라 그 구조가 간단하고, 자동운전이 가능하며, 초기 투자비 및 운전비가 종래의 선택적 환원촉매법(SCR)이나 선택적 무촉매 환원법(SNCR)에 비하여 월등히 저렴하고, 질소산화물의 저감률을 약품 투입량에 따라 자유롭게 조절할 수 있는 매우 실용적인 탈질장치 및 방법이다.

대표도  
도 1

색인어

질소산화물, 산화제, 환원제, 중화제

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1반응탑의 구성도.

도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2반응탑의 구성도.

도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 제3반응탑의 구성도.

도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 집진기의 구성도.

도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공정도이다.

\*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

10 : 제1반응탑 12 : 산화제탱크 14,24,34 : 교반기 16,26,36 : 공급펌프 18,28,38 : 압축공기라인 20 : 제2반응탑  
22 : 환원제탱크 30 : 제3반응탑 32 : 중화제탱크 40 : 집진기 50 : 배기팬 60 : 스택 70 : 덕트

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 화석연료를 사용하거나 왕수 등 질산을 사용하는 산업활동 시설에서 발생하는 대기배출 오염물질인 질소산화물( $\text{NO}_x$ )을 초기 투자비 및 운전비용이 적게 소요되는 산화제 및 환원제를 이용하여 효과적으로 제거하는 장치 및 그 장치를 이용한 제거방법에 관한 것이다.

산성비와 광화학 스모그의 주원인인 질소산화물( $\text{NO}_x$ )의 종류는  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ 의 7종이 존재하는 것으로 알려져 있으며, 주로 대기 중에서 검출되는 것은  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ 이고,  $\text{NO}$ 는 무색, 무취의 기체로 그 자체는 문제가 되지 않으나, 대기 중에서  $\text{NO}_2$ 로 산화가 되므로 유독 기체이다. 따라서 일반적으로 환경오염물질로  $\text{NO}_x$ 라 함은  $\text{NO}$ 와  $\text{NO}_2$ 를 통칭하며,  $\text{NO}_x$ 는 25~10ppm 정도의 농도에서 '폐렴 및 심한 기관지염을 유발시킬 뿐만 아니라 심장, 폐, 간, 신장'에 해를 끼치는 것으로 알려져 있다.

또한,  $\text{NO}_x$ 는 광화학 스모그 발생원인이 되고, 광화학적 산화물과 오존을 생성시키는데, 그 오존은 인체에 천식 및 호흡기 질환을 야기시키며, 광화학 산화물은 기침, 눈과 목의 자극 및 두통 현상을 일으킨다.

새로운 연구결과에 의하면, 미국의 만으로 흘러 들어가는 연안지역 하천에 함유된 질소의 15~30%는 대기 중에서 녹아 들어간 것이라고 한다. 질소와 같은 영양물질은 생태계 건강 측면에서 볼 때 필수적인 물질이지만, 그 양이 과다할 경우 반대로 악영향을 미치게 된다. 수중의 질소농도가 높아질 경우 박테리아, 조류 및 동물성 플랑크톤의 이상 증식과 같은 문제를 발생시키며, 이러한 생물들이 많아질 경우 수중의 용존산소 부족현상이 일어나며, 수중 생태계가 파괴된다.

또한,  $\text{NO}_x$ 가 질산과 질산염으로 전환된 산성비의 영향으로 건축구조물, 조형물 등의 부식을 일으키며, 특히 대리석으로 제작된 문화재 미술품 등의 부식으로 인류에 심각한 피해가 예상되며, 계속 파괴현상이 진행되고 있다.

$\text{NO}_x$ 는 자동차, 항공기 등의 이동원과 산업용 보일러, 화력발전소 등 고정원에서 발생이 되며, 이를 제거하는 종래의 기술로 암모니아, 탄화수소 등의 환원제를 이용한 SCR(Selective Catalytic Reduction)기술이 사용되며 연구되고 있다. 본 발명에 있어서는 주로 보일러 부분과 소각로 부분을 검토한다.

최근 화석연료를 사용하는 보일러로부터 발생하는 질소산화물( $\text{NO}_x$ )을 제거하기 위한 기술로 주로 두가지 방법을 이용한다. 즉 SCR(Selective Catalytic Reduction)기술과 SNCR(Selective Non-Catalytic Reduction)로 언급되는 이러한 기술들은 가스터빈, 왕복 운동기관과 같은 다른 연소시스템에도 적용될 수 있다.

SCR(선택적 촉매 환원법)은 연소가스에 암모니아 또는 요소(UREA) 등을 주입하고, 촉매층을 통과시키면 촉매의 작용으로 질소산화물을 질소( $\text{N}_2$ )와 물로 환원하여 질소산화물을 저감시킨다.

또 다른 기술인 SNCR(선택적 부촉매 환원법)은 연돌 상부의 고온 반응탑이나 온도가 높은 지점의 열( $1100^\circ\text{C}$  부근)을 이용하여 암모니아, 액상요소 등을 주입시킴으로써 질소산화물을 저감시킨다.

SCR 방법 적용시 연소시설에서 배출되는 질소산화물이 포함된 배출가스에 암모니아, 액상요소 등 환원제가 투입되는데 반응이 일어나는 최적온도는  $550\sim 750^\circ\text{C}$  이고, 촉매로 귀금속, 금속산화물 또는 제올라이트(Zeolite)가 사용되고, 반응탑 내에서

질소산화물이  $\text{N}_2$  와  $\text{H}_2\text{O}$ 로 환원이 된다.

온도에 따른 각종 촉매 물질별 최적의 반응 온도는 백금 또는 팔라듐(Pd) 계통의 귀금속류 촉매는  $175\sim 290^\circ\text{C}$ 에서  $\text{NO}_x$  환원반응이 최적온도이고,  $\text{V}_2\text{O}_5-\text{FeO}_2$  계열의 금속산화물은  $260\sim 450^\circ\text{C}$ , 제올라이트(Zeolite)계 촉매는 그 이상의 높은 온도에서 최적으로 반응한다.

일반적으로 환원 촉매는 온도가 상승함에 따라  $\text{NO}_x$ 의 환원도 향상되지만, 온도가 상승함에 따라서 암모니아의 산화반응 역시 촉진되어 필요 이상의 암모니아를 소모시키며 자체에서  $\text{NO}$ 를 생성시킴으로써  $\text{NO}_x$ 의 형성이 증가되는 문제가 있다.

또한, 상기 SCR을 이용한 질소산화물 저감시스템은 외부장치로서 암모니아 발생장치(저장탱크, 증발기, 블로워, 밸브)와 암모니아 주입 배관장치(균일한 액상 분포를 얻기 위한 장치)와 SCR촉매장치가 필요하고, 연속적으로  $\text{NO}_x$ 를 제거하기 위하여 모니터링 시스템과 관련된 피드백 조절시스템과 같은 복잡한 장치가 필요한 문제가 있다.

또한, 촉매는 이론상 산화, 환원과정에서 소비되지 않고, 변화되지도 않지만, 공정운전조건에 따라 촉매의 활성저하를 가져오는데 그 요인으로는 피독(Poisoning),마스킹(Masking), 열적 효과(Thermal effect) 등이 있다.

상기 피독은 공정가스 중 촉매의 활성물질 위에 결합하여 촉매작용을 방해하는 것으로 과다한 할로젠이나 인 또는 기타 물질이 관여하는데 이를 방지하기 위해서는 미리 공정중에 있는 피독물질을 제거해야 촉매의 피독현상을 줄일 수 있다.

상기 마스킹 현상은 공정가스가 접촉되는 것을 막아 촉매활성을 감소시키는 것인데 문제 요인물질은 먼지나 공정중에서 생성되는 금속산화물과 저온운전시 생성되는 유기물질 등으로 이러한 물질을 미리 제거할 수 없을 때에는 촉매를 주기적으로 재생시켜야 하는 불편함이 있다.

상기 촉매가 고온에 노출되면 지지체 및 촉매 성분들 사이에 소결현상이 일어나 공정가스와 접촉할 촉매 표면적이 감소하게 되고, 결국은 촉매의 활성점의 수가 감소하게 되어 촉매 활성저하를 가져오게 된다. 일반적으로  $760^\circ\text{C}$  이상에 노출되면 소결이 서서히 확대 진행되고 고온에서 오래 노출될수록 소결현상이 심해진다. 위와 같은 문제들은 SCR 촉매탑 전단에 먼지, 중금속, HCL 및  $\text{SO}_x$  제거장치를 설치하여 촉매의 수명을 늘려서 해결해야 하는 불편함이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 위와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 초기 투자비 및 운전비용이 저렴하면서도 질소산화물의 제거효율은 우수하고, 배출가스의 온도에 영향을 받지 않으며, 폐수를 발생하지 않는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 질소산화물 배출원으로 부터 대기중으로 배출되는 질소산화물을 산화제와 반응시켜서 이산화질소로 산화시키기 위한 산화반응수단과 상기 산화반응수단에서 발생된 이산화질소를 환원제를 이용하여  $N_2$  로 환원시키는 환원반응수단과; 상기 환원반응수단에서 발생하는 배출가스 중의 황산화물, 염소화합물의 산가스를 중화시키는 중화반응수단을 포함하는 것이다.

본 발명은 상기 중화반응수단에서 나오는 중화된 염 및 환원부산물을 제거하기 위하여 중화반응수단의 배출부에 설치된 집진수단을 더 포함하는 것이다.

상기 각각의 반응수단마다 별도로 집진수단을 더 설치하는 것을 특징으로 한다.

상기 각각의 반응수단은 독립된 반응탑인 반건식 스크러버(SEMI DRY SCRUBBER)인 것을 특징(1개의 탑에서 구분 투입도 가능)으로 한다.

상기 각각의 반응수단을 하나의 반응탑인 반건식 스크러버에 조합한 것을 특징으로 한다.

상기 산화반응수단을 질소산화물 배출원의 배기 덕트에 조합하여 설치하고, 덕트 내의 유속보다 느리게 덕트 내로 산화제를 투입하는 것을 특징으로 한다.

상기 각각의 반응수단에서의 반응온도는  $150\sim 450^{\circ}\text{C}$  범위내인 것을 특징으로 한다.

상기 산화반응수단에서 산화제에 황산을 첨가하여 반응성을 높이는 것을 특징으로 한다.

상기 산화반응수단에 투입되는 산화제는  $O_3$ ,  $NaClO_2$ ,  $NaClO_3$ ,  $NaClO_4$  및 산화력이 높은 물질중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

상기 환원반응수단에 투입되는 환원제는  $Na_2S$  및 환원반응이 높은 물질인 것을 특징으로 한다.

상기 중화반응수단에 투입되는 중화제는  $NaOH$ ,  $CaCO_3$ ,  $CaO$ ,  $Ca(OH)_2$  및 중화작용이 높은 물질중 어느 하나인 것을 특징으로 한다.

본 발명은 질소산화물 배출원으로 부터 대기중으로 배출되는 질소산화물을 제1반응탑에서 산화제와 반응시켜서 이산화질소로 산화시키기 위한 산화반응공정과 상기 산화반응공정에서 발생된 이산화질소를 제2반응탑에서 환원제를 이용하여  $N_2$  로 환원시키는 환원반응공정과 상기 환원반응공정에서 발생하는 배출가스 중의 황산화물, 염소화합물의 산가스를 제3반응탑에서 중화시키는 중화반응공정을 포함하는 것이다.

본 발명은 상기 중화반응공정의 배출부에 설치된 집진기에서 그 중화반응공정에서 나오는 중화된 염 및 환원부산물을 제거하는 집진공정을 더 포함하는 것이다.

이하에서는 예시 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일실시예에 대하여 상세히 설명한다.

도1은 본 발명의 일실시예에 따른 제1반응탑의 구성도이고, 도2는 본 발명의 일실시예에 따른 제2반응탑의 구성도이고, 도3은 본 발명의 일실시예에 따른 제3반응탑의 구성도이고, 도4는 본 발명의 일실시예에 따른 집진기의 구성도이고, 도5는 본 발명의 일실시예에 따른 공정도이다.

#### (실시예1)

본 발명에 따른 질소산화물( $NO_x$ ) 제거방법을 소용량 제거장치(PILOT TEST)를 제작하여 성능을 검토하였다.

#### (1)실험기구

제작된 질소산화물 제거장치(도1 참조) 1SET

연소가스 분석기 1SET

## (2)시약

$\text{NaClO}_2$  ,  $\text{NaClO}_3$  ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ,  $\text{Na}_2\text{S}$  ,  $\text{NaOH}$

## (3)실험방법

도2 내지 도4에서와 같이, 반건식 세정탑(SEMI DRY SCRUBBER) 2기(20)(30), 여과를 위한 시설(BAG FILTER) (40)을 제작하여 도면과 같이 설치하고, 산화제는 반응성이 좋으므로 보일러의 배연가스가 배출되는 배관에 직접 산화제 투입장치를 연결하여 산화제를 투입하고(즉 산화제 반응탑을 생략한 것임), 산화제 농도는 10~25%의  $\text{NaClO}_2$  와 황산을 소량( $2\text{ml}/\ell$ ) 첨가하고, 환원제 농도는 5~15%의  $\text{Na}_2\text{S}$ , 중화제는 약 10%  $\text{NaOH}$  용액이 되도록 각각 교반장치가 부착된 반응기에 물로서 희석하여 배관하였다.

그리고,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$  를 분석할 수 있는 기기를 백 필터 후단 측정구 및 배기가스 인입구 측에 각각 측정할 수 있도록 설치하여 인입구 및 배출구의 농도를 측정하였다.

본 실시예에서 적용한 유리제조 공장의  $\text{NO}_x$ 의 발생현황은 다음과 같았다.

「배출가스량 :  $120,000\text{Nm}^3/\text{hr}$

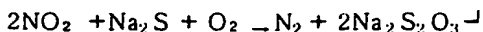
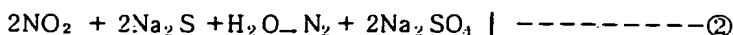
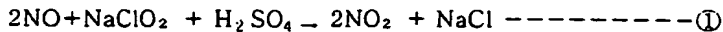
「 온도 :  $250^\circ\text{C}$

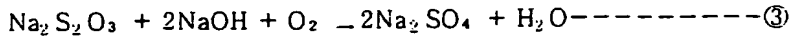
「  $\text{NO}_x$  농도 :  $1600\text{ppm}$

실험장소는 상기와 같은 조건인 유리 제조공장을 선택하여 제거효율을 측정하였으며, 본 발명을 적용할 수 있는 일반 보일러 및 발전시설 등의 시설은 2005년 1월 1일 이후 및 현재 신설되는 시설은 현행  $150\sim 950\text{ppm}$ 에서  $30\sim 600\text{ppm}$ 으로 대폭 강화되는 것으로 대기환경보전법에 적용기간 및 배출허용기준으로 정해져 있으므로 일반 보일러 및 발전시설에 적용하기 위하여 아래와 같이 직접 보일러에 적용하여 실험하고, 매 10분, 30분 간격으로 배출구 또는 방출구에서 디지털 측정기로 측정하여 측정수치에 따라 환원제, 산화제를 조정하여  $\text{NO}$ 가 검출시 환원제의 양을 정량펌프로 조정하면서 실험하였다.

## (4)결과

유리제조공장 및 일반 병거C유를 연료로 하는 보일러에서 파일롯트 테스트 결과 산화제 및 환원제의 농도가 적절하게 공급되었을 경우 방출구에서의 질소산화물의 배출을 아래 반응식과 같이, 완벽히 제어할 수 있었고, 그 결과 배출가스의  $\text{NO}_x$ 의 농도는  $15\text{ppm}$ 인 것을 확인하였다.





상기 반응식에서 ①반응은 산화반응으로 반응탑1에서의 매우 빠른 속도의 반응이며, ②반응은 환원반응으로 반응탑2에서의 반응이고, ③반응은 중화반응으로 반응탑3에서의 반응이며, 황산은 산화반응을 촉진시키기 위한 것으로 소량 투입한다. 파이롯트 테스트에서는 처리 풍량을 최대 30m<sup>3</sup>/min로 하고, 질소산화물 제거장치이므로 오염가스 배출구에서 테스트 장치까지 거리를 감안하고, 산화제의 반응속도가 높으므로 덕트에 직접 산화제를 투입하여 덕트 자체가 반건식 세정탑을 대신하는 것이다.

상기 파이롯트 테스트 결과와 같이 배출공정원의 온도가 높을 경우(100℃) 폐수 발생량 없이 운전되므로 별도의 폐수 처리장치가 필요없으며, 만일 온도가 낮을 경우 에는 버너를 설치하여 배기가스의 온도를 높임으로써 같은 효과를 얻을 수 있다.

## (실시예2)

도1 내지 도3에 있어서, 본 발명은 본 발명은 대기 중으로 배출되는 질소산화물을 산화제와 반응시켜서 이산화질소로 산화시키기 위한 제1반응탑(10)과, 상기 산화반응수단에서 발생된 이산화질소를 환원제를 이용하여 N<sub>2</sub> 로 환원시키는 제2반응탑(20)과, 상기 제2반응탑에서 나오는 배출가스 중의 황산화물, 염소화합물의 산가스를 중화시키는 제3반응탑(30)으로 구성되는 것이다.

본 발명은 도4에 도시한 바와 같이, 상기 중화반응수단에서 나오는 중화된 염 및 환원부산물을 제거하기 위한 집진기(40)를 더 포함하는 것이다. 물론 상기 집진기(40)는 필터와 같은 여과에 의한 집진기, 전기적인 집진기 및 원심력을 이용한 집진기 어느 것을 사용하여도 무방하고, 집진효율을 향상시키기 위하여 각각의 반응탑(10)(20)(30)의 하측에 별도로 더 집진시설을 설치하여도 좋다.

또한, 상기 집진기(40)로부터 나오는 정화가스는 배기팬(50)에 의하여 스택(60)을 통하여 대기중으로 방출된다.

상기 제1반응탑(10), 제2반응탑(20) 및 제3반응탑(30)에 각각 투입되는 용액은 미리 탱크에서 교반하여 사용한다.

즉, 도1에 도시한 바와 같이, 제1반응탑(10)에 공급되는 산화제 용액은 시중에서 고상 상태의 농도가 비교적 높은 산화제를 구입하여 산화제탱크(12)에서 물에 용해시켜 사용하는데, 산화제를 물에 녹이기 용이하도록 산화제탱크(12)에는 교반기(14)가 설치되어 있고, 상기 산화제탱크(12)의 하측으로는 산화제 용액을 제1반응탑(10)에 공급하는 공급펌프(16)가 설치되어 있으며, 그 공급펌프(16)로부터 공급되는 산화제용액은 제1반응탑(10)의 상측에서 압축공기 라인(18)의 압축공기에 의해 내부로 분사된다.

또한, 도2에 도시한 바와 같이, 제2반응탑(20)에 공급되는 환원제 용액은 시중에서 고상 상태의 농도가 비교적 높은 환원제를 구입하여 환원제탱크(22)에서 물에 용해시켜 사용하는데, 환원제를 물에 녹이기 용이하도록 환원제탱크(22)에는 교반기(24)가 설치되어 있고, 상기 환원제탱크(22)의 하측으로는 환원제 용액을 제2반응탑(20)에 공급하는 공급펌프(26)가 설치되어 있으며, 그 공급펌프(26)로부터 공급되는 환원제용액은 제2반응탑(20)의 상측에서 압축공기 라인(28)의 압축공기에 의해 내부로 분사된다.

또한, 도3에 도시한 바와 같이, 제3반응탑(30)에 공급되는 중화제 용액은 시중에서 고상 상태의 농도가 비교적 높은 중화제를 구입하여 중화제탱크(32)에서 물에 용해시켜 사용하는데, 중화제를 물에 녹이기 용이하도록 중화제탱크(32)에는 교반기(34)가 설치되어 있고, 상기 중화제탱크(32)의 하측으로는 중화제 용액을 제3반응탑(30)에 공급하는 공

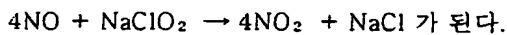
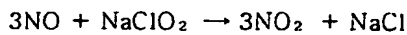
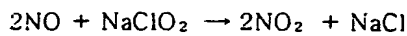
급펌프(36)가 설치되어 있으며, 그 급급펌프(36)로부터 공급되는 중화제용액은 제3반응탑(30)의 상측에서 압축공기 라인(38)의 압축공기에 의해 내부로 분사된다.

도5에 도시한 바와 같이, 본 발명의 전식으로 질소산화물을 제거하는 방법은 다음과 같다.

산화반응공정은 제1반응탑(10)에서 이루어지고, 산업시설에서 화석연료를 소모하여 열을 이용하는 공정에서 다량의 질소산화물을 배출하며, 그 질소산화물을 NO<sub>x</sub>라 칭한다.

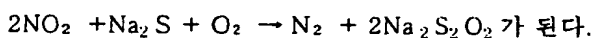
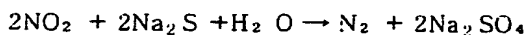
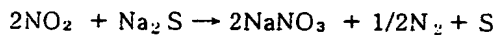
이 공정에서 질소산화물의 배출시 동반되는 배출온도는 약 200~450℃이므로 산화제액을 투입하면 물은 증발하여 수증기로 배출되어 폐수는 발생되지 않고, 이를 건식이라고 칭하는 것이다.

상기 산화반응공정에서 산화제에 의하여 산화될 때의 반응식은 다음과 같다.

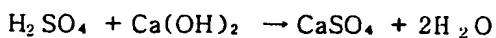
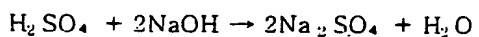
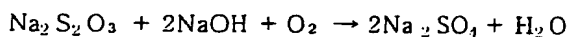


환원반응공정은 제2반응탑(20)에서 이루어지고, 상기 반응식에서 산화된 이산화질소(NO<sub>2</sub>)가 덕트(70)를 통하여 제2반응탑(20)으로 이송되며, 환원제에 의하여 NO<sub>2</sub>가 무독성의 불활성기체인 N<sub>2</sub>로 바뀐다.

상기 환원제는 각종의 환원제를 사용할 수 있으나, 본 실시예에서는 Na<sub>2</sub>S 및 강환원제를 사용하고, 이 때 반응식은 다음과 같다.



중화반응공정은 제3반응탑(30)에서 이루어지고, 상기 환원반응공정에서 배출되는 S, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 산화제 투입시 소량 투입되는 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>가 덕트(70)를 통하여 제3반응탑(30)으로 이송되며, 이들 중 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 화석연료에 포함된 황산화물(SO<sub>x</sub>)을 중화시키기 위하여 NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>를 이용하여 중화시킨다. 상기 중화반응공정에서의 반응식은 다음과 같다.



집진기(40)는 백필터, 사이클론, E.P 등을 사용할 수 있고, 제1,2,3반응탑(10)(20)(30)에서 발생하는 입자상 물질들을 제거하기 위한 장치이고, 배기팬(50)은 화석연료를 사용하여 연소 후 발생하는 폐가스를 직접히 포집하고, 제1,2,3반응탑(10)(20)(30) 및 집진기(40)에서 발생하는 압력손실을 보상하기 위한 강제 배기장치이고, 스택(60)은 위 모든 장치에서 적정 처리하고 난 배출가스는 상온 이상의 온도 및 미량의 오염물질들을 포함하고 있으므로 이를 대기중에 확산시키기 위한 것이며, 그 스택(60)의 적정부에 측정구를 설치하여 배출가스를 측정하기 위한 장치이다.



위와 같은 방법으로 실험한 결과 질소산화물의 제거효과가 표1에서와 같이 높음을 확인할 수 있었다.

표1 : 본 실시예에서 연소시 발생되는 NOx 제거량

항목	발생농도(NOx)	처리후농도	분석기기
유리 세스 챔버	1400ppm	35ppm	CHADA ASSOCIATES 33023 BORN (GERMANY) (CREEDLINE II)
방거(유분) 연료로 하는 보일러	150ppm	23ppm	!
방거(유분) 연료로 하는 보일러	250ppm	10ppm	!

본 발명은 연소시 발생되는 폐열을 이용하므로 모든 시설에서 수분을 증발시킴으로써 폐수 발생이 없고, 선택적 촉매환원법(SCR)의 경우 암모니아에 의한 2차오염이 발생되나, 본 발명에서는 2차오염이 전혀 발생하지 않고, 아래 표와 같은 장점으로 많은 산업현장에서 유용하다.

표2 : SCR과 본발명의 비교표

구분	SCR (선택적촉매환원법)	본 발명(SFONH)
원리	330~400℃의 촉매반응기에서 질소산화물은 환원제(암모니아, 요소)와 선택적으로 반응하여 질소로 환원. $(4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O)$	질소산화물 중 NO를 NO <sub>2</sub> 로 산화제를 사용하여 산화시킨 후 NO <sub>2</sub> 를 환원. $(NO \rightarrow NO_2) + 환원제 \rightarrow N_2 + H_2O$
장점	탈질율이 높다 다양한 연소온도 범위 적용 비반응 암모니아가 적다	탈질율이 매우 높다 비반응물질이 없어 2차오염 유발이 없다 운전이 용이하며(자동운전)운전비가 저렴하다(SCR의 50%) 촉산산물(SOX) 발생시 제거용이
단점	큰 설치공간 필요 (공통속도 3000~7000m/hr) 고가의 설비비 유지 운영비가 높다 2차오염 물질(NH <sub>3</sub> )이 발생될 수 있다	
제갈율(%)	90 - 95	95이상
보급원료	질 용 회	질 용 회
설치비용 (SCR대비)	100%	40%
비고	시공특별시 조례 제35호 대통령(1999. 3. 20.)	

또한, 이상과 같이 본 발명의 일실시예에 대하여 상세히 설명하였으나, 본 발명의 권리범위는 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 일실시예와 실질적으로 균등의 범위에 있는 것까지 본 발명의 권리범위가 미친다.

#### 발명의 효과

본 발명은 산화, 환원, 중화반응이 순간적인 반응이므로 반응속도가 빠르고, 질소산화물의 제거효율이 99% 이상이 될 정도로 우수할 뿐만 아니라 그 구조가 간단하고, 자동운전이 가능하며, 초기 투자비 및 운전비가 종래의 선택적 환원촉매법(SCR)이나 선택적 무촉매환원법(SNCR)에 비하여 월등히 저렴하고, 질소산화물의 저감률을 약품 투입량에 따라 자유롭게 조절할 수 있는 매우 실용적인 탈질장치 및 방법이다.

또한, 본 발명은 일반적으로 저온(150℃)에서 사용할 수 있고 폐열을 이용하면서 수분을 제거함으로써 폐수발생을 원천적으로 방지할 수 있을 뿐만 아니라 촉매를 사용하지 않으므로 촉매 사용에 따른 초기 투자비용을 절감할 수 있고, 촉매의 유지보수에 따른 별도의 장치가 필요없으며, 화석연료의 연소시 발생하는 황산화물을 제거하는데도 효과가 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

질소산화물을 배출하는 배출원으로부터 대기 중으로 배출되는 질소산화물을 산화제와 반응시켜서 이산화질소로 산화시키기 위한 산화반응수단과; 상기 산화반응수단에서 발생된 이산화질소를 환원제를 이용하여  $N_2$  로 환원시키는 환원반응수단과; 배출가스 중의 황산화물, 염소화합물의 산가스를 중화시키는 중화반응수단을 포함하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

##### 청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 중화반응수단에서 나오는 중화된 염 및 환원부산물을 제거하기 위하여 중화반응수단의 배출부에 설치된 집진수단을 더 포함하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

##### 청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 각각의 반응수단마다 별도로 집진수단을 더 설치하는 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

##### 청구항 4.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 각각의 반응수단은 독립된 반응탑인 반건식 스크러버(SEMI DRY SCRUBBER)인 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

##### 청구항 5.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 각각의 반응수단을 하나의 반응탑인 반건식 스크러버에 조합한 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 6.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 산화반응수단을 질소산화물 배출원의 배기덕트에 조합하여 설치하고, 덕트내의 유속보다 느리게 덕트내로 산화제를 투입하는 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 7.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 각각의 반응수단에서의 반응온도는 100~900℃ 범위내인 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 8.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 산화반응수단에서 산화제에 황산을 첨가하여 반응성을 높이는 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 9.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 산화반응수단에 투입되는 산화제는  $O_3$ ,  $NaClO_2$ ,  $NaClO_3$ ,  $NaClO_4$  및 산화력이 높은 물질 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 10.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 환원반응수단에 투입되는 환원제는  $Na_2S$  및 강환원 물질 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 11.

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 중화반응수단에 투입되는 중화제는  $NaOH$ ,  $CaCO_3$ ,  $CaO$ ,  $Ca(OH)_2$  및 중화력이 높은 물질 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 장치.

청구항 12.

제7항에 있어서,

상기 각각의 반응수단에서의 반응온도가 100~150℃ 이하일 경우 버너를 이용하여 배기가스의 온도를 상승시켜 낮은 온도 범위에서 적용하는 것을 특징으로 하는 건식으로 질소산화물 제거하는 장치.

청구항 13.

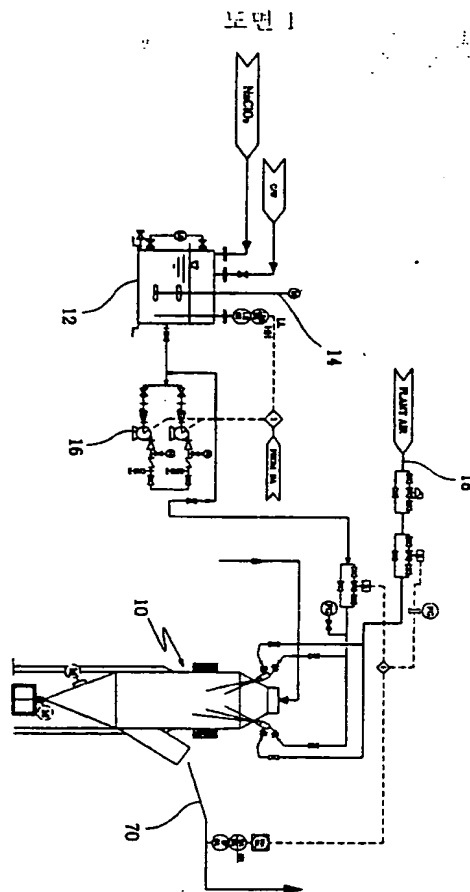
질소산화물 배출원으로 부터 대기 중으로 배출되는 질소산화물을 제1반응탑에서 산화제와 반응시켜서 이산화질소로 산화시키기 위한 산화반응공정과; 상기 산화반응공정에서 발생된 이산화질소를 제2반응탑에서 환원제를 이용하여  $N_2$  로 환원시키는 환원반응공정과; 상기 환원반응공정에서 발생하는 배출가스 중의 황산화물, 염소화합물의 산가스를 제3반응탑에서 중화시키는 중화반응공정을 포함하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 방법.

청구항 14.

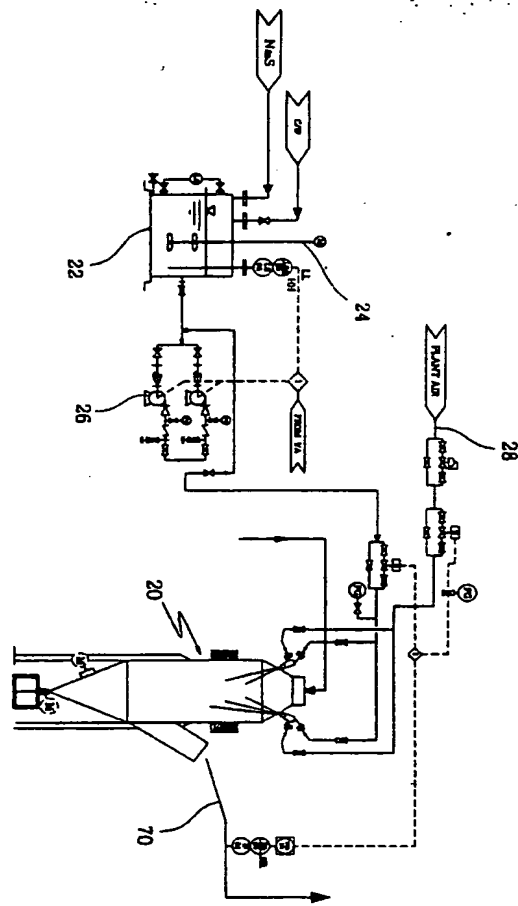
제13항에 있어서,

상기 중화반응공정의 배출부에 설치된 집진기에서 그 중화반응공정에서 나오는 중화된 염 및 환원부산물을 제거하는 집진공정을 더 포함하는 건식으로 질소산화물을 제거하는 방법.

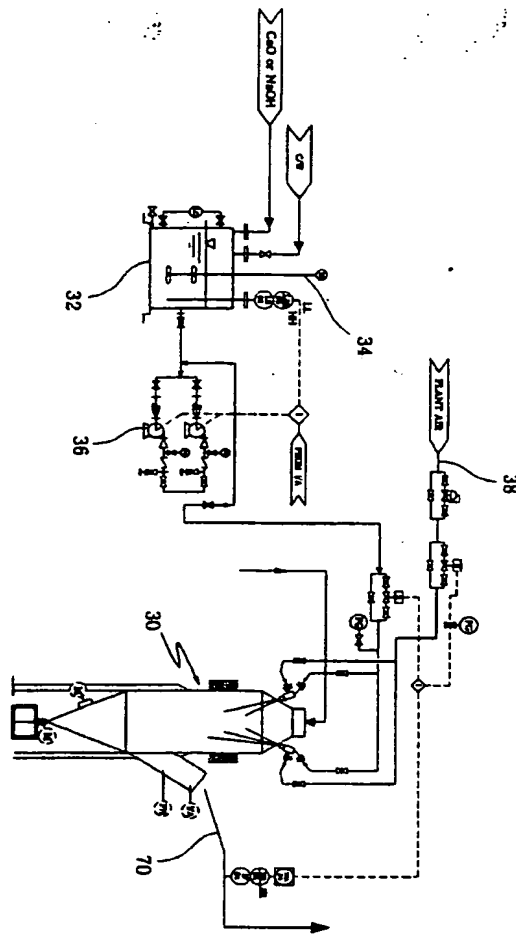
도면



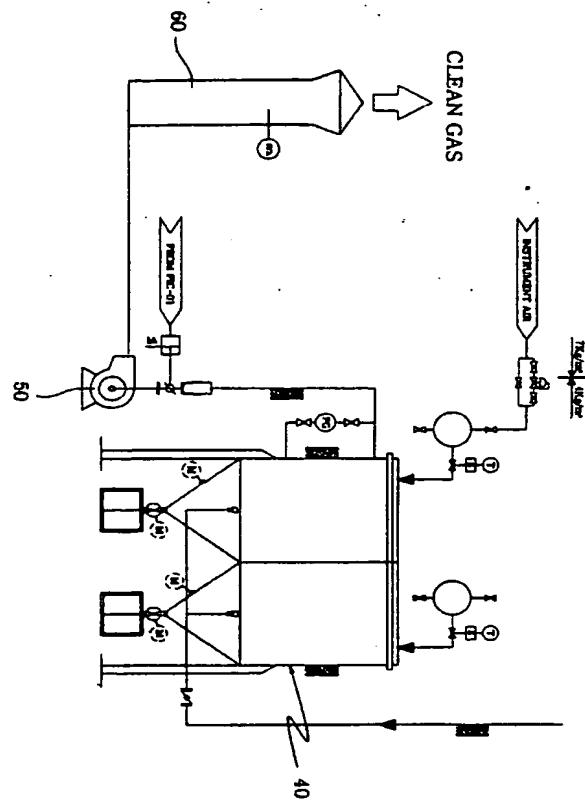
도면 2



도면 3



도면 4



도면 5

